**Лабораторна робота №1**

Тема: Прості нейронні архітектури. Вирішення задачі класифікації.

**Завдання (основне) 3 бали:**

1. Відповідно до задачі індивідуального варіанту (таблиця 1) сформувати навчальну вибірку, яка містить не менше 10 навчальних наборів даних та тестову вибірку, яка містить не менше 5 наборів даних.
2. Спроєктувати штучну нейронну мережу для вирішення задачі класифікації об’єктів на два класи, описати її характеристики.
3. Розробити програму, яка реалізує спроєктовану нейромережу (модель нейрону реалізувати самостійно, без використання спеціалізованих бібліотек), навчає нейромережу на тренувальних даних та перевіряє результати на тестовій виборці (*алгоритм навчання див. нижче*). Мова програмування може бути будь-яка. Дані подавати з навчальної вибірки послідовно, в тому порядку, в якому вони розміщені в тренувальному наборі.

***Алгоритм навчання:***

1. Присвоїти синаптичним вагам випадкові значення (зазвичай нульові або дуже малі).
2. Параметр навчання 𝜂 встановити деяким малим випадковим числом  
   ).
3. Подаємо на вхід вхідний вектор та обчислюємо результуючий сигнал , де – крок ітерації.
4. Оцінюємо вихідний сигнал нейрона. Якщо отриманий на 3-му кроці співпадає з очікуваним значенням , то переходимо до кроку 6, інакше – до кроку 5.
5. Обчислюємо нові значення синаптичних ваг:

де .

1. Повторюємо кроки 3-6, поки не закінчиться навчальна вибірка, або поки відхилення не стане менше певного порогу (застосовується один із показників). *Навчання також може закінчитись по досягненню кількості ітерацій.*
2. Побудувати графік, який візуалізує класи даних та роздільну лінію на основі значень вагових коефіцієнтів нейромережі.
3. Розрахувати точність класифікації на навчальній та тестовій вибірках, провести аналіз отриманих результатів.

**Завдання (додаткове) 2 бали:**

1. Модифікувати алгоритм навчання, застосувавши 2 підходи:
   * поперемінно подавати на вхід об’єкти різних класів;
   * випадковим чином вибирати образи з тої самої навчальної вибірки, але збільшити кількість ітерацій в 10 раз.
2. Провести нормування даних відповідно до варіанту завдання (таблиця 2) та виконати навчання і перевірку роботи нейронної мережі для нормованих наборів даних. (п.4, 5, тільки для нормованих даних).
3. Порівняти отримані в п.6. та 7 показники точності з даними п.5.

**Зміст звіту:**

1. Титульний аркуш.
2. Варіант індивідуального завдання.
3. Вміст навчальної вибірки.
4. Вміст тестової вибірки.
5. Архітектура нейромережі та опис її параметрів.
6. Графік, який візуалізує класи даних та роздільну лінію на основі значень вагових коефіцієнтів нейромережі.
7. Показники точності класифікації на навчальній та тестовій вибірках, аналіз отриманих результатів.
8. Екранні форми з результатами роботи програми.
9. Лістинг програми.
10. *\*Для додаткового завдання навести:*
    * *нормовані набори даних (можна у вигляді таблиці разом з п.3, 4 звіту);*
    * *порівняльна таблиця з отриманими показниками точності для всіх результатів моделювання;*
    * *екранні форми з результатами роботи програми;*
    * *лістинг програми (якщо основне і додаткове завдання реалізовано в одній програмі, то лістинг навести один в кінці звіту).*

Таблиця 1 – Варіанти об’єктів класифікації

| **№** | **Об’єкт** | **Ознака 1** | **Ознака 2** | **Клас 1** | **Клас 2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Фотоапарат | Кількість мегапікселів (МП) | Максимальна ISO-чутливість | Любительський фотоапарат – до 20 МП та ISO не більше 6400 | Професійний фотоапарат – більше 20 МП та ISO понад 6400 |
|  | Дрон | Час автономної роботи (хвилини) | Максимальна висота польоту (метри) | Аматорський дрон – працює до 20 хв та піднімається не вище 100 метрів | Професійний дрон – працює більше 20 хв та піднімається вище 100 метрів |
|  | Чайник | Потужність (Вт) | Об'єм (л) | Малопотужний чайник – потужність до 1500 Вт та об'єм не більше 1,5 л | Потужний чайник – потужність більше 1500 Вт та об'єм більше 1,5 л |
|  | Рюкзак | Об'єм (літри) | Максимальна вага навантаження (кг) | Міський рюкзак – об'єм до 20 л та витримує не більше 5 кг | Туристичний рюкзак – об'єм більше 20 л та витримує більше 5 кг |
|  | Спортсмен | Кількість тренувань на тиждень | Максимальна вага, яку може підняти (кг) | Аматор – тренується до 3 разів на тиждень та піднімає не більше 50 кг | Професіонал – тренується більше 3 разів на тиждень та піднімає більше 50 кг |
|  | Чашка | Об’єм (мл) | Висота (см) | Мала чашка – об’єм не більше 250 мл та висота не більше 10 см | Велика чашка – об’єм більше 250 мл та висота більше 10 см |
|  | Спортсмен | Максимальна швидкість бігу (км/год) | Час відпочинку після забігу (хв) | Спринтер – швидкість не менше 30 км/год та відпочинок не більше 10 хв | Стаєр – швидкість менше 30 км/год та відпочинок більше 10 хв |
|  | Літак | Дальність польоту (км) | Пасажиромісткість | Регіональний літак – дальність польоту не більше 5000 км та пасажиромісткість до 150 осіб. | Міжконтинентальний літак – дальність польоту понад 5000 км та пасажиромісткість більше 150 осіб. |
|  | Велосипед | Вага (кг) | Кількість передач | Дорожній велосипед – вага понад 12 кг та кількість передач не більше 7 | Гірський велосипед – вага менше 12 кг та кількість передач більше 7 |
|  | Автомобіль | Кількість пасажирських місць | Максимальна вантажопідйомність (кг) | Легковий – кількість пасажирів не більше 4 та вантажопідйомність не перевищує 500 кг | Вантажний – кількість пасажирів більше 4 та вантажопідйомність понад 500 кг |
|  | Атлет | Зріст (см) | Вага (кг) | Жокей – зріст не більше 170 см та вага не перевищує 65 кг | Баскетболіст – зріст більше 170 см та вага понад 65 кг |
|  | Літературний твір | Кількість головних героїв | Кількість сторінок | Повість – кількість головних героїв не більше 5 та кількість сторінок не перевищує 200 | Роман – кількість головних героїв більше 5 та кількість сторінок понад 200 |
|  | Квартира | Поверх | Площа (м²) | Погана – площа не більше 50 м² та розташована вище 5-го поверху | Хороша – площа понад 50 м² та розташована на 5-му поверсі або нижче |
|  | Ресторан | Середній чек (грн) | Кількість місць | Бюджетний ресторан – середній чек не більше 500 грн та кількість місць не більше 50 | Елітний ресторан – середній чек понад 500 грн та кількість місць більше 50 |
|  | Автомобіль | Час розгону до 100 км/год (с) | Максимальна швидкість (км/год) | Спортивний автомобіль – розгін не більше 5 секунд та максимальна швидкість не менше 250 км/год | Звичайний автомобіль – розгін більше 5 секунд та максимальна швидкість менше 250 км/год |
|  | Місто | Населення (млн осіб) | Площа (км²) | Мале місто – населення до 500 тис. та площа не більше 100 км² | Велике місто – населення понад 500 тис. та площа більше 100 км² |
|  | Книга | Рік видання | Кількість сторінок | Сучасна книга – видана після 2000 року та має не більше 300 сторінок | Класична книга – видана до 2000 року та має більше 300 сторінок |
|  | Студент | Середній бал (0-100) | Кількість пропущених занять | Успішний студент – середній бал не менше 75 та кількість пропусків не більше 10 | Неуспішний студент – середній бал менше 70 та кількість пропусків більше 10 |
|  | Собака | Вага (кг) | Висота в холці (см) | Мала порода – вага до 10 кг та висота до 40 см | Велика порода – вага більше 10 кг та висота більше 40 см |
|  | Планета | Діаметр (км) | Температура поверхні (°C) | Схожа на Землю – діаметр від 10 000 до 15 000 км та температура від -50°C до +50°C | Несхожа на Землю – діаметр менше 10 000 км або більше 15 000 км та температура нижче -50°C або вище +50°C |

Таблиця 2 – Методи нормування даних

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Метод** | **Формула** |
|  | Мін–макс нормалізація |  |
|  | Нормалізація відносно максимального значення |  |
|  | L2-нормалізація |  |
|  | Нормалізація за середнім абсолютним відхиленням | ,  , |